

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-321652

(43) 公開日 平成9年(1997)12月12日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B	1/40		H 0 4 B	1/40
G 0 6 K	17/00		G 0 6 K	17/00 F
H 0 4 B	1/04		H 0 4 B	1/04 P

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-132159

(22) 出願日 平成8年(1996)5月27日

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 滝口 昌宏

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(72) 発明者 高橋 清志

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

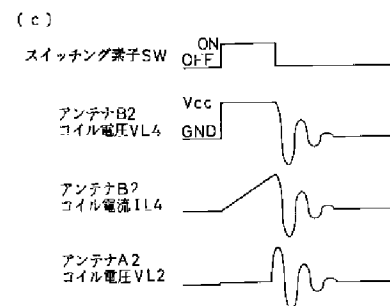
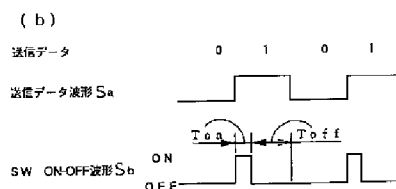
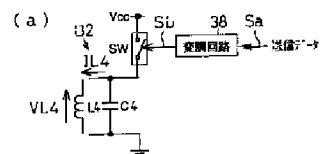
(74) 代理人 弁理士 足立 勉

(54) 【発明の名称】 無線通信装置

(57) 【要約】

【課題】 少ない消費電力で通信距離を長くすることができ、小型・軽量化を容易に図ることのできる無線通信装置を提供する。

【解決手段】 データ読取装置から送信された搬送波を受信・整流して動作電力及び基準クロックを生成し、基準クロックに同期してIDデータを送信するメモ리카ードにおいて、データ送信用のアンテナB2をコンデンサC4とコイルL4とからなるLC共振回路から構成する。データ送信時には、変調回路38から、送信データが1である場合にのみ所定パルス幅Tonの駆動信号Sbを出力し、この駆動信号によりスイッチング素子SWをオンする。この結果、スイッチング素子SWのオン時にLC共振回路にエネルギーが蓄積され、スイッチング素子SWのオフ後に、そのエネルギーによりLC共振回路が共振し、コイルL4から共振周波数の電波が発生する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信電波発生用のコイルを含む共振回路と、
該共振回路に送信用電力を供給するための電源と、
該電源から前記共振回路に送信用電力を供給するスイッチング素子と、
送信データに応じて前記スイッチング素子を所定時間オンして前記共振回路へエネルギーを蓄え、該スイッチング素子のオフ後に、該エネルギーにより共振回路を共振させて、前記コイルから共振周波数の送信電波を発生させる送信制御手段と、
を備えたことを特徴とする無線通信装置。

【請求項2】 前記電源は、通信相手側より送信された電力供給用の搬送波を受信する受信手段と、該受信手段にて受信された搬送波を整流して前記送信用電力を含む動作電力を生成する整流手段とからなることを特徴とする請求項1に記載の無線通信装置。

【請求項3】 前記送信制御手段がスイッチング素子をオンするオン時間を、
前記スイッチング素子のオン時に前記共振回路に供給される送信用電力が、当該装置が通信相手側より受ける受信電力から当該装置内で消費される送信用電力以外の消費電力を減じた電力以下となり、
しかも前記スイッチング素子のオン時に共振回路に供給した送信用電力によって前記コイルから通信相手側にデータを送信可能な距離が、当該装置が前記搬送波により通信相手側から電力供給を受けて正常動作可能な距離以上となるように設定してなることを特徴とする請求項2に記載の無線通信装置。

【請求項4】 無線通信装置は、前記コイルをカードの基板面に形成することにより、該コイルを含む機能部品を扁平なカード内に内蔵し、前記送信データとして予め記憶素子に記憶されたデータを前記コイルから送信するメモリカードであることを特徴とする、請求項1～請求項3いずれか記載の無線通信装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、データを外部装置に送信可能な無線通信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、駐車場、遊技場等の各種施設への入・退場者や、生産工場、配送センタ等で搬送ラインを流れる物品等の所定の個体に、固体識別用のデータを記憶し且つこのデータを送信可能な応答器を付与すると共に、個体の通過経路（入・退場ゲート、搬送ライン近傍等）に、応答器と通信可能な通信装置を設け、この通信装置を介して応答器からデータを読み出すことにより、通過経路を通過する個体を識別して、入・退場制限、物品の搬送先の切り換え等の所定の管理動作を自動で行なうようにした、個体識別・管理用の通信システム

が知られている。

【0003】そして、この種の通信システムにおいて使用される応答器としては、従来より、例えば特開昭62-212589号公報に開示されているように、通信用アンテナとして共振回路を備え、通信相手から送信されてきた搬送波を共振回路で受信しながら、共振回路に設けたスイッチをオン・オフさせて共振回路の共振状態を変化させることにより、搬送波を送信データにて変調（振幅変調、周波数変調等）した電波を共振回路から送信するようにした搬送波反射型の無線通信装置、或いは、例えば特開昭55-114974号公報に従来技術として開示されているように、搬送波を発生する発振器を備え、この発振器からの搬送波を送信データにて変調することにより、通信用アンテナから電波を放射するようにした、発振器内蔵型の無線通信装置が知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、搬送波反射型の無線通信装置では、通信相手からの搬送波により共振回路に誘導された信号を変調することによりデータを送信するため、通信相手との間の距離（通信距離）が長くなると、共振回路に誘導される信号が急激に小さくなって、データ送信のための変調を行なうことができなくなるといった問題があった。つまり、搬送波反射型の無線通信装置では、通信距離が長くなると、通信相手からの送信データは受信できても、その受信データに対応したデータを返送することができないことがあり、通信距離を長くすることができないという問題があった。

【0005】一方、発振器内蔵型の無線通信装置では、データの送信に、発振器にて生成した搬送波を利用するので、通信距離を長くすることはできるものの、発振器を駆動するので消費電力が大きくなるとか、発振器により回路構成が複雑になり、無線通信装置の小型・軽量化が難しいという問題があった。

【0006】即ち、応答器は、人が携帯したり物品に貼り付けるためのものであるため、小型・軽量化、省電力化が要求され、しかも、例えば使用者がポケットに入れたままデータの読取りができるように、通信距離を長くすることが要求されるが、従来の無線通信装置では、こうした要求に充分応えることができる応答器を実現することができなかった。

【0007】本発明は、こうした問題に鑑みなされたもので、少ない消費電力で通信距離を長くすることができ、しかも小型・軽量化を容易に図ることのできる無線通信装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するためになされた請求項1に記載の無線通信装置は、コイルを含む共振回路と、共振回路に送信用電力を供給するための電源と、電源から共振回路に送信用電力を供給する

スイッチング素子とを備える。そして、データ送信時には、送信制御手段が、送信データに応じてスイッチング素子を所定時間オンすることにより、共振回路へエネルギーを蓄え、その後スイッチング素子をオフした際に、この蓄積したエネルギーにより共振回路を共振させて、共振回路のコイルから共振周波数の送信電波を発生させる。

【0009】このため、本発明の無線通信装置において、通信相手側へデータを送信可能な通信距離は、送信制御手段がスイッチング素子をオンするオン時間により決定されることになり、前述の搬送波反射型の無線通信装置のように、通信距離が、通信相手側から送信されてくる搬送波の電力に影響されることはない。従って、本発明によれば、従来の搬送波反射型の無線通信装置に比べて、通信距離を長くすることができる。

【0010】また、本発明の無線通信装置においては、データの送信に、共振回路の共振を利用することから、送信用の搬送波を生成する発振器を設ける必要はない。このため、本発明によれば、前述の発振器内蔵型の無線通信装置に比べて、装置構成を簡素化して、装置の小型・軽量化を図ることができる。また発振器を駆動する必要もないので、消費電力を抑えることもできる。

【0011】従って、本発明によれば、無線通信装置の小型・軽量化、省電力化を図りつつ、通信距離を長くすることができるので、従来より応答器に要求されていた機能を容易に実現できる。ところで、本発明の無線通信装置によれば、通信距離を確保しつつ消費電力を抑えることができるので、電源を電池にて構成した場合には、電池の寿命を長くすることができる。しかし、本発明の無線通信装置を応答器として構成する場合、装置内に電池を設けると、応答器の重量が増加し、使い勝手が悪くなる。

【0012】従って、本発明の無線通信装置を応答器として構成する場合には、通信相手側より電力供給を受けて動作するように構成することが望ましく、このためには、請求項2に記載のように、電源を、通信相手側より送信された電力供給用の搬送波を受信する受信手段と、この受信手段にて受信された搬送波を整流して送信用電力を含む動作電力を生成する整流手段とにより構成すればよい。

【0013】そして、このように構成すれば、装置内に電池を設ける必要はないため、装置をより小型・軽量化することができる。またこの場合、電力供給用の搬送波と通信用の搬送波を同じにすることで、受信手段を共用することも可能となる。また更に、電力供給用の搬送波にて内部クロックを生成するようにすれば、内部回路動作の発振器も必要なくなり、無線通信装置の小型・軽量化、及び省電力化をより促進することができる。

【0014】一方、本発明の無線通信装置において、通信距離を長くするには、電源から共振回路に送信用電力を供給するスイッチング素子のオン時間を長くすればよ

いが、スイッチング素子のオン時間を長くすれば、無線通信装置全体の消費電力が増加するので、このオン時間は、消費電力を考慮して適宜設定する必要がある。

【0015】そして特に、請求項2に記載のように、無線通信装置を、通信相手側より電力供給を受けて動作するように構成した場合には、通信距離を長くするために、送信制御手段がスイッチング素子をオンするオン時間を長くし過ぎると、そのオン時に共振回路に供給される送信用電力が増加し、無線通信装置が正常動作可能な限界電力も増加するので、通信相手側より電力供給を受けて正常に動作し得る距離が短くなってしまい、通信距離が却って短くなることがある。

【0016】従って、無線通信装置を、通信相手側より電力供給を受けて動作するように構成した場合には、スイッチング素子のオン時間を、請求項3に記載のように設定することが望ましい。即ち、送信制御手段がスイッチング素子をオンするオン時間としては、スイッチング素子のオン時に共振回路に供給される送信用電力が、装置が通信相手側より受ける受信電力から装置内で消費される送信用電力以外の消費電力を減じた電力以下となり、しかも、スイッチング素子のオン時に共振回路に供給した送信用電力（換言すれば共振回路に蓄積されたエネルギー）により通信相手側にデータを送信可能な距離が、当該装置が通信相手側から電力供給を受けて正常動作可能な距離以上となるように設定すればよい。

【0017】そしてこのようにオン時間を設定すれば、無線通信装置が通信相手から電力供給を受けて正常動作する際には、スイッチング素子のオン・オフにより共振回路から送信した電波が通信相手側で必ず受信されることになり、しかも、無線通信装置の消費電力が必要以上に大きくならないことから、データ送信を極めて効率良く行なうことができる。

【0018】また次に、本発明の無線通信装置は、請求項4に記載のように、コイルをカードの基板面に形成することにより、コイルを含む機能部品を扁平なカード内に内蔵し、送信データとして予め記憶素子に記憶されたデータをコイルから送信するメモリカードとして構成することもできる。

【0019】そしてこのようにメモリカードを構成した場合、本発明によれば、消費電力を抑えつつ、通信距離を長くすることができるので、その利用範囲を拡大できる。即ち、近年では、定期券や身分証明書等を通信機能を有するメモリカード（所謂IDカード）にて構成することにより、駅の改札口や所定施設への出入り口等を通過する人のチャックを、利用者がメモリカードをポケット等に入れたままの状態、自動で行なえるようにすることが考えられているが、請求項4に記載のように、本発明の無線通信装置をメモリカードとして構成すれば、こうした無線通信システムを容易に実現できるようになる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施例を図面と共に説明する。図1は、駅の改札口や所定施設への出入口口等で通過する人を自動で監視して改札口やドアの開閉等を制御するのに使用される通信システムの概略構成図である。

【0021】図1に示す如く、本実施例の通信システムは、図示しない監視装置に接続されたデータ読取装置10と、利用者を特定するIDデータ及び改札口を通過可能な駅名等の付加データが予め記憶され、利用者が保持する定期券や身分証明書となるメモリカード30とから構成される。そして、データ読取装置10及びメモリカード30は、夫々、非接触にてデータ授受を行なう通信機能を有し、しかも、データ読取装置10は、メモリカード30に対して非接触にて動作電力を供給する電力供給機能を有する。

【0022】データ読取装置10は、メモリカード30への電力供給用の搬送波を発生する発振器12と、発振器12とは周波数が異なる通信用の搬送波を発生する発振器14と、発振器12からの出力を送信アンテナA1から送信する電力供給用の送信器16と、図示しない監視装置からの送信データを受け、この送信データを発振器12からの出力に同期させる同期回路18と、同期回路18にて発振器12からの出力と同期させた送信データにより、発振器14からの出力を振幅変調する変調回路20と、変調回路20にて振幅変調された信号を送受信アンテナA2を介してメモリカード30に送信する送信器22と、メモリカード30からの送信信号を送受信アンテナA2を介して受信する受信器24と、この受信器24からの受信信号を発振器12の出力と同期した基準クロックを用いて復調する復調回路26と、を備え、復調回路26にて復調したメモリカード30からの送信データを監視装置に出力する。なお、送信アンテナA1及び送受信アンテナA2は、夫々、コンデンサC1、C2とコイルL1、L2とからなる共振回路にて構成されている。

【0023】一方、メモリカード30は、データ読取装置10の送信アンテナA1から送信された搬送波を受信する受信アンテナB1と、この受信アンテナB1にて受信された搬送波を整流して動作電力（電源電圧Vcc）を生成する整流回路32と、同じく受信アンテナB1にて受信された搬送波を受け、例えばこの搬送波のゼロクロス点を検出することにより、搬送波と同期した基準クロックCKを生成するクロック生成回路34と、データ読取装置10の送受信アンテナA2からの送信信号を送受信アンテナB2を介して受信し、その受信信号をクロック生成回路34にて生成された基準クロックCKを用いて復調する復調回路36と、を備える。

【0024】なお、受信アンテナB1及び送受信アンテナB2は、夫々、データ読取装置10側のアンテナと同

様に、コンデンサC3、C4とコイルL3、L4とからなる共振回路にて構成されている。また、これら各アンテナB1、B2を構成するコイルL3、L4は、コイルパターンを印刷するか、或いは平面状のコイルを貼り付けることにより、平面コイルとしてメモリカード30の基板面に形成されている。そして、本実施例では、メモリカード30の電源は、受信アンテナB1と整流回路32とから構成されることになり、受信アンテナB1は本発明の受信手段に、整流回路32は本発明の整流手段に相当する。

【0025】また次に、メモリカード30には、クロック生成回路34にて生成された基準クロックCKにて動作し、復調回路36にて復調されたデータ読取装置10からの送信データに従い所定の処理動作を行なう、マイクロコンピュータからなる制御回路40が備えられている。そして、制御回路40は、起動直後、或いは復調回路36からの送信データに応じて、メモリ42からIDデータ等を読み出し、これを送信データとして変調回路38に順次出力する。また変調回路38は、制御回路40から出力される送信データに応じて、送受信アンテナB2と整流回路32からの電源出力ライン（電源電圧Vcc）との間に設けられたスイッチング素子SWをオン・オフし、送受信アンテナB2から送信データに応じた電波を発生させる。

【0026】このように構成された本実施例の通信システムでは、データ読取装置10が、送信アンテナA1からメモリカード30に電力供給を行なうための搬送波を常時送信する。一方、メモリカード30側では、データ読取装置10への接近により、受信アンテナB1が電力供給用の搬送波を受信すると、整流回路32がその受信した搬送波を整流することにより自らの動作電力（電源電圧Vcc）を生成し、クロック生成回路34が、受信した搬送波に同期した基準クロックCKを生成する。この結果、メモリカード30の内部回路が起動し、制御回路40がIDデータ等の所定の送信データをメモリ42から読み出して変調回路38に出力する。すると変調回路38がこの送信データに従いスイッチング素子SWをオン・オフして、送信データに対応した送信電波を送受信アンテナB2のコイルL4から発生させる。そして、この送信電波は、データ読取装置10の送受信アンテナA2にて受信され、復調回路26にて復調された後、監視回路に転送される。

【0027】すると監視回路は、その受信データに従いメモリカード30の所有者等を確認して、改札口やドアの開閉制御を行なうと共に、必要に応じてデータ読取装置10に送信データを出力することにより、データ読取装置10内の同期回路18、変調回路20、送信器22を介して送受信アンテナA2からメモリカード30に、データ書込用或いはデータ読出用のデータを送信させる。またデータ読取装置10からメモリカード30に対

してデータが送信されると、メモリカード30側では、その信号が送受信アンテナB2にて受信され、復調回路36にて復調されて、制御回路40に入力される。すると制御回路40は、この受信データに従いメモリ42へのデータの書き込み、或いはメモリ42からのデータの読み出しを行ない、必要に応じて変調回路38及び送受信アンテナB2を介してデータ読取装置10にデータを送信させる。

【0028】このように、本実施例の通信システムでは、データ読取装置10から送信される電力供給用の搬送波にてメモリカード30が起動し、IDデータ等をデータ読取装置10に送信するのであるが、次に、メモリカード30がIDデータ等を送信する際の動作について図2を用いて説明する。

【0029】なお図2において、(a)は変調回路38から送受信アンテナB2に至るメモリカード30のデータ送信系の構成を表わし、(b)は変調回路38の動作を表わし、(c)はメモリカード30側送受信アンテナB2及びデータ読取装置10側送受信アンテナA2の動作を表わす。

【0030】図2(a)に示すように、送受信アンテナB2は、コンデンサC4とコイルL4とを並列接続したLC共振回路から構成されており、一端が接地され、他端がスイッチング素子SWを介して電源ライン(電源電

$$f_0 = 1 / (2 \times \pi \times \sqrt{L \times C}) \quad \dots (1)$$

【0033】この結果、データ読取装置10側では、送受信アンテナA2のコイルL2に、コイルL4からの発生電波に対応した電圧VL2が誘起され、この電圧VL2により、復調回路26にてメモリカード30からの送信データが復調される。なお、本実施例では、メモリカード30内の基準クロックCKは、データ読取装置10側から送信される電力供給用の搬送波から生成され、メモリカード30からのデータの送信周期も、この搬送波に同期していることから、データ読取装置10側にて、復調回路26がメモリカード30からの送信データを復調する際には、この搬送波(つまり発振器12の出力)に同期してコイルL2の電圧VL2を取り込み、電圧VL2が周波数f0にて変化していればデータ値が1、電圧VL2が一定であればデータ値が0、であるとして受信データを順次復調する。

【0034】このように、本実施例の通信システムでは、メモリカード30からデータ読取装置10にデータを送信する際には、送信データに応じてスイッチング素子SWを一定時間Tonだけオンすることにより、送受信アンテナB2を構成するLC共振回路のコイルL4にエネルギーを蓄え、その後スイッチング素子SWがオフした際に、この蓄積したエネルギーによりLC共振回路を共振させて、コイルL4から共振周波数f0の送信電波を発生させるようにしている。

【0035】従って、本実施例において、メモリカード

圧Vcc)に接続されている。そして、変調回路38は、図2(b)に示すように、制御回路40から基準クロックCKに同期して順次出力される送信データSaを、基準クロックCKに同期して順次取り込み、送信データSaが値1(Highレベル)である場合にだけ、所定パルス幅Tonの駆動信号Sbをスイッチング素子SWに出力して、スイッチング素子SWをオンさせる。

【0031】一方、図2(c)に示すように、スイッチング素子SWがオン状態にある時、送受信アンテナB2のコイルL4の両端電圧VL4は電源電圧Vccとなり、コイルL4には、 $V_{cc} \times t / L$ (但し、t:スイッチング素子SWのオン時間、L:コイルL4のインダクタンス)の電流IL4が流れ、 $L \times IL4^2 / 2$ のエネルギーが蓄積される。そして所定のオン時間Tonが経過して、スイッチング素子SWがオフすると、コイルL4に蓄積されたエネルギーにより、コンデンサC4とコイルL4とからなるLC共振回路が共振し、コイルL4には、次式(1)で示される共振周波数f0の共振電流が流れ、コイルL4から周波数f0の電波が発生する。そして、この共振電流は、コイルL4の抵抗成分により消費され、次第に減衰する。なお次式(1)においてCはコンデンサC4のキャパシタンスである。

【0032】

【数1】

30からデータ読取装置10にデータを送信可能な送信可能距離は、送信制御手段としての変調回路38がスイッチング素子SWをオンするオン時間Tonにより決定されることになり、メモリカード30を、データ読取装置10からの送信電波を反射することによりデータを送信する搬送波反射型の無線通信装置として構成したときのように、送信可能距離が、データ読取装置10からの送信電波の受信電力に影響されることはない。このため、本実施例によれば、メモリカード30を搬送波反射型の無線通信装置として構成した場合に比べて、送信可能距離を長くすることができる。

【0036】また本実施例では、メモリカード30からのデータ送信に、LC共振回路の共振を利用することから、メモリカード30にデータ送信用の搬送波を生成する発振器を設ける必要はない。このため、本実施例によれば、メモリカード30の送信可能距離を長くするために発振器を設けた場合に比べて、装置構成を簡素化して、装置の小型・軽量化を図ることができ、また、発振器を駆動する必要もないので、消費電力を抑えることもできる。

【0037】また更に、本実施例では、データ読取装置10からメモリカード30に電力供給用の搬送波を送信し、メモリカード30側では、この搬送波を整流して動作電力を生成するため、メモリカード30に動作電力発生用の電池を設ける必要はなく、これによってもメモリ

カード30の小型・軽量化を図ることができる。そして、特に、本実施例では、メモリカード30側でデータの送受信等に使用する基準クロックCKを、データ読取装置10から受けた電力供給用の搬送波から生成するようにされており、しかも、データ読取装置10側では、データの送信時及び復調時には、電力供給用の搬送波を発生する発振器12からの出力を利用することから、データ読取装置10側とメモリカード30側とでデータ送受信のタイミングを一致させることができ、高精度なデータ通信を実現できる。

【0038】ところで、本実施例のメモリカード30によれば、データ読取装置10へデータを送信可能な送信可能距離を、スイッチング素子SWのオン時間により任意に設定することができるが、この送信可能距離を長くするために、変調回路38がスイッチング素子SWをオンするオン時間Tonを長くすると、そのオン時に送受信アンテナB2に供給される送信用電力Prが増加し(図3(a)参照)、メモリカード30が正常動作可能な通信限界電力も増加するので、データ読取装置10側より電力供給を受けて正常に動作し得る動作可能距離自体が短くなってしまい、送信可能距離が却って短くなることがある。

【0039】つまり、本実施例では、メモリカード30がデータ読取装置10からの搬送波を受信して動作することから、メモリカード30が消費し得る電力は、その搬送波の受信電力に制限される。そして、この受信電力は、図3(b)に示す如く、データ読取装置10とメモリカード30との間の距離(離隔距離)に応じて変化し、受信電力はその離隔距離が長くなる程少なくなる。一方、メモリカード30内に受信電力を蓄積可能な容量素子(例えば図1に点線で示すコンデンサCo)がないものとする、メモリカード30が正常動作し得る通信限界電力は、スイッチング素子SWのオン時に送受信アンテナB2に供給される送信用電力Prと、これ以外の内部回路にて消費される内部消費電力Piとを加算したものとなる。そして、通信限界電力が受信電力を越えると、メモリカード30は正常動作できなくなるので、メモリカード30が正常動作可能な動作可能距離は、受信電力が通信限界電力と一致する距離(図に示すX点)となる。

【0040】一方、図3(c)に示すように、メモリカード30にコンデンサCoを設けることにより、メモリカード30は、 $(E_{on} + E_{off}) - (P_{on} + P_{off}) \geq (V_{cc} \times T_{on})^2 / (2 \times L)$ (2) 式において、Eoffは、夫々、データ送信時に送信周期(基準クロックCKの周期)内にスイッチング素子SWがオフ状態となるオフ時間Toff(図2(b)参照)内での受信電力を表わし、Poffは、同じくオフ時間Toff内での内部消費電力を表わす。

【0044】以上、本発明の一実施例について説明したが、本発明は、上記実施例に限定されることなく、種々の態様をとることができる。例えば、上記実施例で

カード30からデータ読取装置10にデータを送信可能な送信可能距離は、スイッチング素子SWのオン時に送受信アンテナB2に供給される送信用電力Prに比例することから、スイッチング素子SWのオン時間Tonを長くして送信用電力Prを増加すればするほど、送信可能距離を長くすることはできるが、送信用電力Prを増加すれば通信限界電力も増加するので、この通信限界電力を受信電力にて賄うことのできる動作可能距離は短くなる。従って、送信用電力Prを増加して送信可能距離を長くするのにも限界があり、送信可能距離を長くするために送信用電力Prを増加し過ぎると、メモリカード30が正常動作可能な動作可能距離が短くなってしまい、結局、送信可能距離を長くすることができなくなるのである。

【0041】そこで本実施例では、変調回路38がスイッチング素子SWをオンするオン時間Tonを、メモリカード30において、データ読取装置10からの受信電力を効率良く消費しつつ、最大の送信可能距離を実現できるように設定している。つまり、スイッチング素子SWのオン時間Tonは、メモリカード30からの送信可能距離が動作可能距離以上となり、しかも、送受信アンテナB2に供給される送信用電力Pr = $(V_{cc} \times T_{on})^2 / (2 \times L)$ が、スイッチング素子SWのオン状態であるときの受信電力Eonからそのときの内部消費電力Ponを減じた残りの電力(Eon - Pon)以下となるように設定されている。この結果、本実施例によれば、メモリカード30が正常動作可能な範囲内で、送信可能距離を最大にすることができる。

【0042】なお、上記条件は、メモリカード30内に受信電力を蓄積可能な容量素子がなく、メモリカード30が受信電力をそのまま消費してしまう場合の条件であり、例えば図1に点線で示したように、整流回路32の出力ライン(電源ラインと接地ラインとの間)に、受信電力蓄積用のコンデンサCoが設けられているような場合には、スイッチング素子SWのオフ時にコンデンサCoに蓄積した電力を利用して送受信アンテナB2に送信用電力を供給することができることから、この場合には、スイッチング素子SWのオン時間Tonを、メモリカード30からの送信可能距離が動作可能距離以上となり、且つ、次式(2)を満足するように設定すればよい。

【0043】

$$(E_{on} + E_{off}) - (P_{on} + P_{off}) \geq (V_{cc} \times T_{on})^2 / (2 \times L) \quad \dots(2)$$

は、スイッチング素子SWを送受信アンテナB2を構成するLC共振回路と電源ライン(電源電圧Vcc)との間に設けるものとして説明したが、スイッチング素子SWを、電源の接地ラインとLC共振回路との間に設けるようにしても、メモリカード30を上記実施例と同様に動作させることができる。

【0045】また、上記実施例では、送受信アンテナB2を構成するLC共振回路と電源ラインとの間に設けた

スイッチング素子SWを送信データに応じてオンすることにより、そのオン時に、LC共振回路のコイルL4にエネルギーを蓄積するものとして説明したが、例えば図4(a)に示すように、LC共振回路と電源ライン（電源電圧Vcc）との間にスイッチング素子SW1を、LC共振回路のコイルL4とコンデンサC4との間にスイッチング素子SW2を、夫々設け、スイッチング素子SW1には、上記実施例と同様に、変調回路38からの出力をそのまま入力し、スイッチング素子SW2には、変調回路38からの出力をインバータINVにて反転して入力するように構成してもよい。

【0046】そしてこのように構成すれば、図4(b)に示す如く、変調回路38から駆動信号Sb(Highレベル)が出力されているときに、スイッチング素子SW1がオン、スイッチング素子SW2がオフ状態となつて、変調回路38からの駆動信号Sb(Highレベル)により、スイッチング素子SW1を介してコンデンサC4に電源電圧Vccが印加され、コンデンサC4に、 $C \times V^2 / 2$ のエネルギーが蓄積されることになる。そして、この場合、変調回路38からの駆動信号SbがLowレベルになり、スイッチング素子SW1がオフすると、同時にスイッチング素子SW2がターンオンして、LC共振回路の閉ループが形成されることから、LC共振回路が共振して、コイルL4に共振電流が流れ、コイルL4から周波数f0の送信電波が発生することになる。従って、このようにしても上記実施例と同様に送受信アンテナB2から送信データに応じた電波が発生して、データ読取装置10側にデータを送信することができる。

【0047】また次に、上記実施例では、送信データが値1(Highレベル)であるときに変調回路38から基準クロックCKに同期した所定パルス幅の駆動信号Sbを出力して、スイッチング素子SWをオン・オフさせることにより、コイルL4から送信データが値1である場合にだけ共振周波数f0の送信電波が発生させる、振幅変調方式の通信装置について説明したが、本発明によれば、送信データが値1の場合と値0の場合とで送信電波の周波数が異なる周波数変調方式の通信装置であっても容易に実現できる。

【0048】即ち、図5(a)に示すように、送受信ア

ンテナB2を構成するLC共振回路と電源ライン（電源電圧Vcc）との間にスイッチング素子SWaを設け、LC共振回路のコンデンサC4に、コンデンサC5とスイッチング素子SWbとの直列回路を並列接続する。また、変調回路38には、基準クロックCKを入力することにより、変調回路38から、基準クロックCKに同期して一定時間だけHighレベルとなる駆動信号を出力させ、この駆動信号にてスイッチング素子SWaをオンさせる。また、スイッチング素子SWbには、制御回路40から基準クロックCKに同期して出力される送信データをそのまま入力する。

【0049】そして、このように構成すれば、図5(b)に示すように、スイッチング素子SWaが、基準クロックCKに同期して繰返しオン・オフされることから、LC共振回路も、基準クロックCKに同期して繰返し共振することになる。またスイッチング素子SWbは、送信データが値1であるときにだけオン状態となることから、LC共振回路のコンデンサC4には、送信データが値1であるときにだけコンデンサC5が並列接続されることになる。従って、送受信アンテナB2のコイルL4には、基準クロックCKに同期して共振電流IL4が流れるものの、その共振電流IL4の周波数は送信データに応じて変化し、コイルL4からは、送信データに応じて周波数がf0又はf1（周期： $\Delta T0$ 又は $\Delta T1$ ）となる周波数変調された電波が発生することになる。従って、データ読取装置10側では、送受信アンテナA2に誘起された電圧の周波数f0、f1又は周期 $\Delta T1$ 、 $\Delta T2$ から、データを正確に復調できるようになる。

【0050】なお、この場合、送信データが値0の場合は、スイッチング素子SWbがオフ状態であり、基準クロックCKに従いスイッチング素子SW1だけがオンすることから、共振周波数f0は、上記実施例と同様、前述の(1)式のようになり、送信データが値1の場合は、基準クロックCKに従い、スイッチング素子SWa及びSWbが共にオンすることから、共振周波数f1は、次式(3)のようになる。なお次式(3)において、CxはコンデンサC5のキャパシタンスである。

【0051】

【数2】

$$f1 = 1 / \{ 2 \times \pi \times \sqrt{ (L \times (C + Cx)) } \} \quad \cdots (3)$$

【0052】また更に上記実施例では、データ読取装置10から電力供給を受けてIDデータ等を送信するメモリカード30に本発明を適用した場合について説明したが、本発明は、データ送信を行なう無線通信装置であれば、電池内蔵型のものであっても、またデータを単に送信するだけのものであっても適用できる。つまり本発明は、データを送信する無線通信装置であればどのようなものであっても適用でき、その装置構成を簡素化して消費電力を低減しつつ、データの送信可能距離を伸ばすこ

とができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例の通信システムにおいて使用されるデータ読取装置及びメモリカードの構成を表わす概略構成図である。

【図2】 メモリカードのデータ送信系の構成及びその動作を説明する説明図である。

【図3】 メモリカードの通信特性を説明する説明図である。

【図4】 メモリカードのデータ送信系の第2の構成例及びその動作を説明する説明図である。

【図5】 メモリカードのデータ送信系の第3の構成例及びその動作を説明する説明図である。

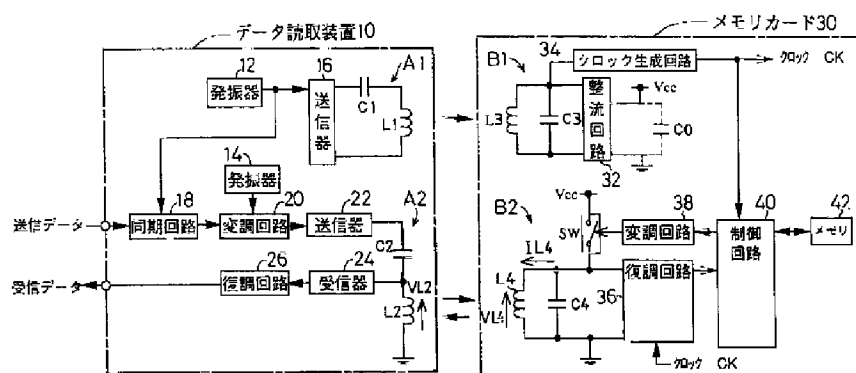
【符号の説明】

10…データ読取装置 12…発振器 14…発振器
16…送信器 18…同期回路 20…変調回路 22…送信器
24…受信器 26…復調回路 30…メモリカード 32…整流

回路（整流手段）

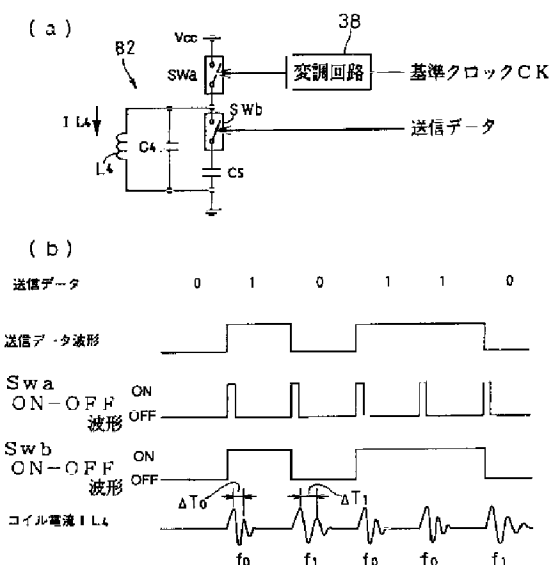
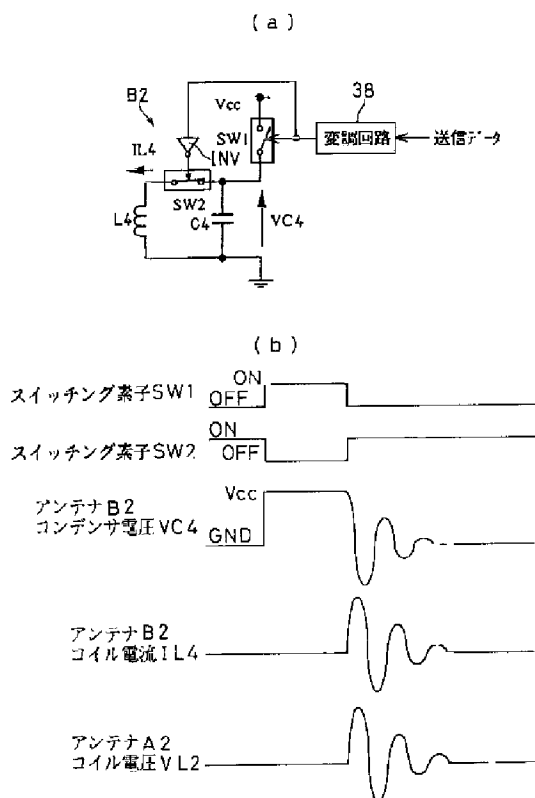
34…クロック生成回路 36…復調回路
38…変調回路（送信制御手段） 40…制御回路
42…メモリ
B1…受信アンテナ（受信手段） B2…送受信アンテナ（LC共振回路）
C4…コンデンサ L4…コイル
SW, SW1, SW2, SWa, SWb…スイッチング素子

【図1】

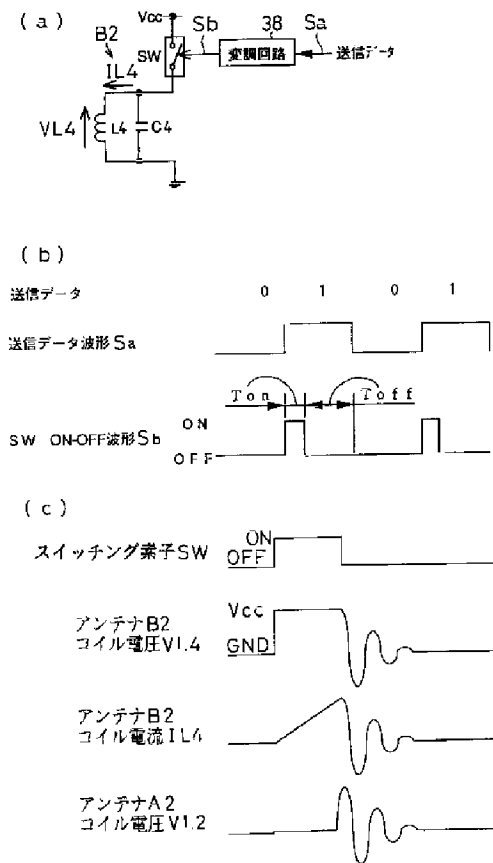


【図4】

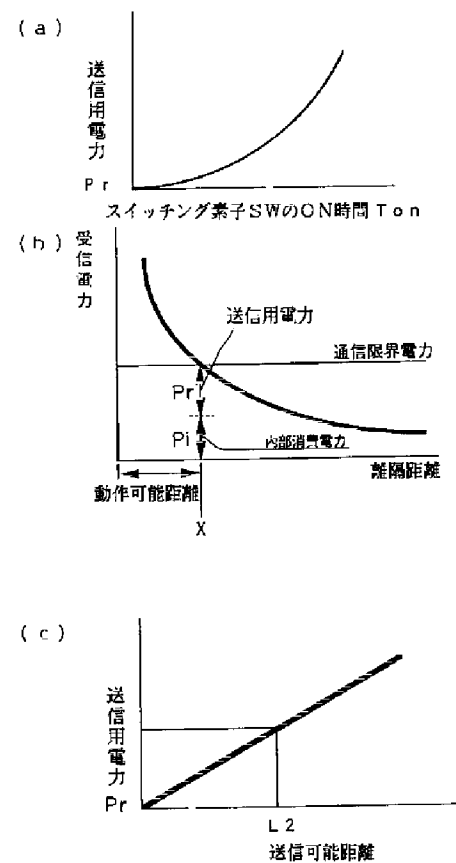
【図5】



【図2】



【図3】



consisting of a capacitor C4 and a coil L4. In data transmission, a drive signal Sb with a predetermined pulse width Ton is outputted from a modulation circuit 38 only when a transmission data is 1. This drive signal causes a switching element SW to be turned on. As this result, when the switching element SW is in the on state, energy is accumulated in the LC resonance circuit. After the switching element SW gets turned off, the energy causes the LC resonance circuit to resonate, and thereby a radio wave at a resonant frequency is generated from the coil L4.

[Scope of Claim]

[Claim 1]

A radio communications device, characterized by comprising:

a resonance circuit which includes a coil for generating a transmission radio wave;

a power supply for supply the resonance circuit with transmission power;

a switching element which supplies the resonance circuit with the transmission power from the power supply; and

transmission control means which keeps the switching element in the on state for a predetermined period in response to transmitted data so as to store energy in the resonance circuit, which causes the resonance circuit to resonate with the energy after turning off the switching element, and which causes the coil to generate the transmission radio wave at a resonant frequency.

[Claim 2]

The radio communications device according to claim 1, characterized in that the power supply includes receiving means which receives a carrier wave that is for power supply and is transmitted from a communication counterpart, and rectifying means which rectifies the carrier wave received by the receiving means to generate power for an operation including the transmission power.

[Claim 3]

The radio communications device according to claim 2, characterized in that an ON time during which the transmission control means keeps the switching element in the on state is set to satisfy the conditions that

the transmission power supplied to the resonance circuit when the switching element is in the on state is equal to or less than power calculated by subtracting power consumed in the device other than the transmission power from power received by the device from the communication counterpart, and furthermore that

a distance where data can be transmitted to the communication counterpart from the coil with the transmission power supplied to the resonance circuit when the switching element is in the on state, is equal to or longer than a distance where the device can normally operate by receiving the power supply with the carrier wave from the communication counterpart.

[Claim 4]

The radio communications device according to any one of claims 1 to 3, characterized in that the radio communications device is a memory card that is a flat card in which functional components including the coil are built with the coil formed on a substrate surface in the card, the memory card transmitting data stored in a storage element, as the transmission data, from the coil.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field of the Invention]

The present invention relates to a radio communications device capable of transmitting data to an external device.

[0002]

[Prior Art]

A communications system for individual identification and management has been known. In such a system, responders capable of storing data for individual identification and of transmitting this data, are provided to given entities including people who get in and out of various facilities such as a parking lot and recreation hall, and commodities conveyed on a conveyor line in a manufacturing factory, delivery center, and the like. Moreover, a communications device capable of communications with the responders is provided to a path of the entities (such as an entrance or exit gate, or vicinity of a conveyor). Thus, the communications system reads the data from the responder through the communications device to identify an entity passing through the path, and thereby automatically

performs a predetermined management operation such as an entrance/exit restriction or switching of a delivery destination.

[0003]

A conventionally-known responsor used in this type of communications system is a carrier-wave reflection type radio communications device, or an oscillator built-in type radio communications device. The carrier-wave reflection type radio communications device as disclosed in, for example, Japanese Unexamined Patent Application Publication No. Sho 62-212589 includes a resonance circuit as a communication antenna. While receiving, with the resonance circuit, a carrier wave transmitted from a communication counterpart, this device turns on and off a switch provided in the resonance circuit to change the resonant state of the resonance circuit. Thereby, the device transmits, from the resonance circuit, a radio wave obtained by modulating (for example, amplitude modulation or frequency modulation) the carrier wave according to transmission data. The oscillator built-in type radio communications device disclosed as the prior art in, for example, Japanese Unexamined Patent Application Publication No. Sho 55-114974 includes an oscillator which generates a carrier wave. The carrier wave from the oscillator is modulated according to transmission data, and thus a radio wave is emitted from a communication antenna.

[0004]

[Problems to be Solved by the Invention]

The carrier-wave reflection type radio communications device modulates a signal that is induced to a resonance circuit with a carrier wave from a communication counterpart, and then data is transmitted. For this reason, if a distance (a communication distance) to a communication counterpart is increased, the signal induced to the resonance circuit sharply becomes small, and this results in a problem that modulation for the data transmission cannot be performed. In other words, as the communication distance is increased, the carrier-wave

reflection type radio communications device can even receive data transmitted from a communication counterpart, but cannot return data corresponding to the received data on some occasions. As a result, there has been a problem that the communication distance cannot be increased.

[0005]

Meanwhile, the oscillator built-in type radio communications device uses a carrier wave generated by an oscillator for data transmission. Accordingly, even though the device can increase the communication distance, there have been problems that the power consumption is increased because the oscillator is driven, and that it is difficult to reduce the size and weight of the radio communications device because the circuit configuration becomes complex due to the oscillator.

[0006]

In other words, since a responsor is to be carried by a person or to be attached to a commodity, the reduction in size and weight as well as power saving is demanded. Furthermore, there is also a demand for communicating longer distance so that, for example, data can be read while a user puts the device in the pocket. However, a responsor that can sufficiently satisfy such demands has not been provided by the application of the conventional radio communications devices.

[0007]

The present invention has been made in consideration of these problems. An object of the present invention is to provide a radio communications device capable of communicating longer distance with less power consumption, and easily achieving reduction in size and weight.

[0008]

[Means for Solving the Problems]

In order to achieve the object, a radio communications device as set forth in claim 1 includes: a resonance circuit which includes a coil; a power supply for supplying the resonance circuit with transmission power; and a switching

element which supplies the resonance circuit with the transmission power from the power supply. When data is to be transmitted, transmission control means keeps the switching element in its on state for a predetermined period in response to transmitted data so as to store energy in the resonance circuit. Thereafter, when the switching element gets turned off, the resonance circuit is caused to resonate with the accumulated energy, and thereby a transmission radio wave at a resonant frequency is generated from the coil in the resonance circuit.

[0009]

Thereby, according to the radio communications device of the present invention, a communication distance in which data can be transmitted to a communication counterpart is determined by an ON time for which the transmission control means keeps the switching element in its on state. Unlike the above-described carrier-wave reflection type radio communications device, the communication distance is never influenced by power of a carrier wave transmitted from the communication counterpart. Therefore, according to the present invention, it is possible to increase the communication distance in comparison with the conventional carrier-wave reflection type radio communications device.

[0010]

Moreover, in the radio communications device of the present invention, the resonance of the resonance circuit is used for the data transmission, and thus it is not necessary to provide an oscillator that generates a carrier wave for transmission. For this reason, according to the present invention, it is possible to simplify the device configuration and to reduce the size and weight of the device in comparison with the above-described oscillator built-in type radio communications device. Moreover, since it is not necessary to drive the oscillator, it is also possible to suppress the power consumption.

[0011]

As described above, according to the present invention, it is possible to achieve the reduction in the size and weight of the radio communications device as well as power saving, and concurrently to increase the communication distance. Thereby, it is possible to easily obtain functions having been conventionally demanded to the responsor. Meanwhile, since the radio communications device according to the present invention can secure the communication distance and also suppress the power consumption, a lifetime of a battery used as the power supply can be increased. Nevertheless, in a case where the radio communications device of the present invention is used as a responsor, the provision of a battery in the device increases in the weight of the responsor, and thus makes the device inconvenient for use.

[0012]

Thus, when the radio communications device of the present invention is used as a responsor, it is desirable that the device be configured to operate by receiving a power supply from a communication counterpart. For this reason, as set forth in claim 2, the power supply should be configured of: receiving means which receives a carrier wave for power supply, the carrier wave transmitted from a communication counterpart; and rectifying means which rectifies the carrier wave received by the receiving means to generate power for an operation including the transmission power.

[0013]

With this configuration, it is not necessary to provide a battery in the device, and thereby the size and weight of the device can be reduced. Moreover, in this case, the receiving means can be used as a single unit by designing the carrier wave for power supply to be the same as that for communication. Furthermore, by designing that an internal clock is generated according to the carrier wave for power supply, an oscillator for operating internal circuits is no longer necessary. Thereby, it is possible to accelerate the further reduction in

the size and weight of the radio communications device and power saving.

[0014]

In the meanwhile, in the radio communications device of the present invention, in order to increase the communication distance, an ON time of the switching element which supplies the resonance circuit with transmission power from the power supply should be increased. Nevertheless, if the ON time of the switching element is increased, the whole power consumption in the radio communications device is increased. For this reason, this ON time has to be set appropriately in view of the power consumption.

[0015]

If the transmission control means causes the ON time, for which the switching element is kept in its on state, to be excessively long in order to increase the communication distance, the transmission power supplied to the resonance circuit at the ON time is increased. This can be seen particularly in the case where the radio communications device is configured to operate by receiving a power supply from the communication counterpart as set forth in claim 2. Accordingly, the lower-limit power at which the radio communications device can operate normally is also increased. As a result, the distance in which the radio communications device can operate normally by receiving a power supply from the communication counterpart is decreased, and the communication distance is rather decreased in some cases.

[0016]

Thus, in the case where the radio communications device is configured to operate by receiving a power supply from the communication counterpart, it is desirable that the ON time of the switching element be designed as set forth in claim 3. Specifically, the ON time in which the transmission control means keeps the switching element in its on state is set in a way that: the transmission power supplied to the resonance circuit when the switching element is turned on in its on state

is equal to or less than power calculated by subtracting power consumed in the device other than the transmission power from power received by the device from the communication counterpart; and moreover a distance where data can be transmitted to the communication counterpart with the transmission power supplied to the resonance circuit when the switching element is in its on state (in other words, energy accumulated in the resonance circuit), is equal to or longer than a distance where the device can normally operate by receiving the power supply with the carrier wave from the communication counterpart.

[0017]

If the ON time is set as described above, when the radio communications device normally operates by receiving the power supply from the communication counterpart, the radio wave transmitted from the resonance circuit according to the turning-on/turning-off of the switching element is surely received by the communication counterpart. Furthermore, the power would not be consumed by the radio communications device more than necessary. Accordingly, it is possible to perform considerably efficient data transmission.

[0018]

Nextly, as set forth in claim 4, the radio communications device of the present invention can be used as a memory card which has a functional component including the coil built-in in a flat card by forming the coil on the substrate surface of the card, and which transmits data, as the transmission data, from the coil, the data having been stored in a storage element.

[0019]

In the case where the memory card is configured as described above, the present invention makes it possible to increase the communication distance, and thereby to expand the area in which the memory card can be used, while the power consumption is being suppressed. To put in another way, recently, it has been considered that a memory card (a so-called ID card) having a communicating function is configured as a

commuter pass, identification, and the like so that a person who passes through an entrance or exit of a ticket gate of a station or a predetermined facility can be automatically checked while the user puts the memory card in the pocket or the like. If the radio communications device of the present invention is configured as the memory card as set forth in claim 4, such a radio communications system can be easily implemented.

[0020]

[Embodiment Modes of the Invention]

An embodiment of the present invention will be described below with reference to the drawings. Fig. 1 is a schematic block diagram of a communications system used to automatically monitor people passing through, for example, an entrance or exit of a ticket gate of a station or a predetermined facility, and to control, for example, opening and closing of the ticket gate or door.

[0021]

As shown in Fig. 1, the communications system according to this embodiment includes: a data reader 10 connected to an unillustrated monitoring apparatus; and a memory card 30 storing, in advance, ID data to identify the user and additional data such as a name of a station where the user is allowed to pass through the ticket gate, and thus serving as a commuter pass or identification (ID) held by the user. Each of the data reader 10 and the memory card 30 has a function to transmit and receive data without contacting each other. Moreover, the data reader 10 also has a power-supply function to supply the memory card 30 with power for the operation, while not contacting the memory card 30.

[0022]

The data reader 10 includes: an oscillator 12 which generates a carrier wave for supplying the memory card 30 with power; an oscillator 14 which generates a carrier wave for transmission, the carrier wave having a frequency different from that of the oscillator 12; a power-supply transmitter 16 which transmits, via a transmission antenna A1, an output

received from the oscillator 12; a synchronous circuit 18 which receives data transmitted from the unillustrated monitoring apparatus, and which synchronizes this transmitted data with the output from the oscillator 12; a modulation circuit 20 which modulates an amplitude of an output from the oscillator 14 using the transmitted data synchronized with the output from the oscillator 12 in the synchronous circuit 18; a transmitter 22 which transmits the signal having been subjected to the amplitude modulation in the modulation circuit 20, to the memory card 30 via a transmission-reception antenna A2; a receiver 24 which receives a signal transmitted from the memory card 30 via the transmission-reception antenna A2; and a demodulation circuit 26 which demodulates a signal received from the receiver 24 using a reference clock synchronized with the output from the oscillator 12. The data reader 10 transmits data transmitted from the memory card 30, the data demodulated by the demodulation circuit 26, to the monitoring apparatus. Note that the transmission antenna A1 and the transmission-reception antenna A2 are resonance circuits consisting of capacitors C1, C2 and coils L1, L2, respectively.

[0023]

Meanwhile, the memory card 30 includes: a reception antenna B1 which receives a carrier wave transmitted from the transmission antenna A1 of the data reader 10; a rectifier circuit 32 which rectifies the carrier wave received by the reception antenna B1, and which generates power for an operation (a power-supply voltage Vcc); a clock generation circuit 34 which receives the carrier wave received by the same reception antenna B1, and which detects, for example, a zero-crossing point of this carrier wave thereby to generate a reference clock CK synchronized with the carrier wave; and a demodulation circuit 36 which receives a signal transmitted from the transmission-reception antenna A2 of the data reader 10 via a transmission-reception antenna B2, and demodulates the signal thus received using the reference clock CK generated by the clock generation circuit 34.

[0024]

Note that, as in the case of the antennas on the data reader 10 side, the reception antenna B1 and the transmission-reception antenna B2 are resonance circuits consisting of capacitors C3, C4 and coils L3, L4, respectively. The coils L3, L4 constituting the respective antennas B1, B2 are each formed in the substrate surface of the memory card 30 as a planar coil by patterning the coil or by attaching a planar coil to the substrate. In this embodiment, a power supply of the memory card 30 includes the reception antenna B1 and the rectifier circuit 32. The reception antenna B1 corresponds to receiving means of the present invention, and the rectifier circuit 32 corresponds to rectifying means of the present invention.

[0025]

Additionally, the memory card 30 includes a control circuit 40 which is configured of a microcomputer, which operates with the reference clock CK generated by the clock generation circuit 34, and which performs a predetermined processing operation according to data transmitted from the data reader 10, the data being demodulated by the demodulation circuit 36. Immediately after activated, or in response to data transmitted from the demodulation circuit 36, the control circuit 40 reads, for example, ID data from a memory 42, and sequentially outputs the data thus read as transmission data to a modulation circuit 38. Meanwhile, the modulation circuit 38, in response to the transmission data received from the control circuit 40, turns on/off a switching element SW disposed between the transmission-reception antenna B2 and a power-supply output line (the power-supply voltage Vcc) from the rectifier circuit 32. Thereby, a radio wave corresponding to the data transmitted from the transmission-reception antenna B2 is generated.

[0026]

In the communications system of this embodiment configured as described above, the data reader 10 constantly

transmits a carrier wave for power supply to the memory card 30 via the transmission antenna A1. When the memory card 30 approaches the data reader 10, the reception antenna B1 receives the carrier wave for power supply. Then, the rectifier circuit 32 rectifies the carrier wave thus received, and thereby generates power for own operation (the power-supply voltage Vcc). In the meantime, the clock generation circuit 34 generates the reference clock CK synchronized with the received carrier wave. As this result, the internal circuit of the memory card 30 is activated, and the control circuit 40 reads predetermined transmission data such as ID data from the memory 42 so as to output the data to the modulation circuit 38. Accordingly, the modulation circuit 38, in response to this transmission data, turns on/off the switching element SW to cause a transmission radio wave corresponding to the transmission data to be generated from the coil L4 of the transmission-reception antenna B2. Subsequently, this transmission radio wave is received by the transmission-reception antenna A2 of the data reader 10, demodulated by the demodulation circuit 26, and thereafter forwarded to a monitoring circuit.

[0027]

After that, the monitoring circuit checks, for example, the owner of the memory card 30 on the basis of the data thus received, and controls the opening and closing of the ticket gate or door. The monitoring circuit also outputs transmission data to the data reader 10, as necessary, so as to make the transmission-reception antenna A2 transmit data to be written or to be read to the memory card 30 through the synchronous circuit 18, the modulation circuit 20 and the transmitter 22 in the data reader 10. Meanwhile, on the memory card 30 side, when the data is transmitted from the data reader 10 to the memory card 30, the data is received by the transmission-reception antenna B2, demodulated by the demodulation circuit 36, and inputted into the control circuit 40. Then, the control circuit 40 writes the data into the memory 42 or reads the data from

the memory 42 according to the received data, and thereafter, as necessary, transmits data to the data reader 10 through the modulation circuit 38 and the transmission-reception antenna B2.

[0028]

As described above, in the communications system of this embodiment, the memory card 30 is activated by the carrier wave for power supply transmitted from the data reader 10, and transmits, for example, ID data to the data reader 10. Next, description will be given of operations of the memory card 30 when it transmits, for example, ID data, with reference to Fig. 2.

[0029]

Note that, in Fig. 2, the part (a) shows a configuration of a data transmission system of the memory card 30 from the modulation circuit 38 to the transmission-reception antenna B2. The part (b) shows operations of the modulation circuit 38. The part (c) shows operations of the transmission-reception antenna B2 on the memory card 30 side and the transmission-reception antenna A2 on the data reader 10 side.

[0030]

As shown in Fig. 2(a), the transmission-reception antenna B2 is a LC resonance circuit in which the capacitor C4 is connected in parallel to the coil L4. One end of the transmission-reception antenna B2 is grounded, and the other end thereof is connected to the power-supply line (the power-supply voltage Vcc) through the switching element SW. The modulation circuit 38, as shown in Fig. 2(b), sequentially takes in transmission data Sa, which is sequentially outputted from the control circuit 40 in synchronization with the reference clock CK, in synchronization with the reference clock CK. Only when the value of the transmission data Sa is 1 (High level), the modulation circuit 38 outputs a driving signal Sb with a predetermined pulse width Ton to the switching element SW in order to turn on the switching element SW.

[0031]

Meanwhile, when the switching element SW is in its on state as shown in Fig. 2(c), a voltage between two edges VL4 of the coil L4 of the transmission-reception antenna B2 becomes equal to the power-supply voltage Vcc. Thus, a current IL4 calculated by $V_{cc} \times t / L$ (note that, t represents a time length for which the switching element SW is in its on state, and L represents an inductance of the coil L4) flows through the coil L4, and energy calculated by $L \times I_{L4}^2 / 2$ is accumulated therein. When a predetermined ON time Ton elapses, the switching element SW is turned off. Subsequently, the energy accumulated in the coil L4 causes the LC resonance circuit consisting of the capacitor C4 and the coil L4 to resonate. Thereby, a resonant current at a resonant frequency f0 expressed by the following formula (1) flows through the coil L4, and a radio wave at the frequency f0 is generated from the coil L4. This resonant current is consumed by a resistance component of the coil L4, and is gradually attenuated. Note that, in the following formula (1), C represents a capacitance of the capacitor C4.

[0032]

[Mathematical formula 1]

$$f_0 = 1 / (2 \times \pi \times \sqrt{L \times C}) \quad \dots(1)$$

[0033]

As a result, on the data reader 10 side, a voltage VL2 corresponding to the radio wave generated from the coil L4 is induced to the coil L2 of the transmission-reception antenna A2. With this voltage VL2, the data transmitted from the memory card 30 is demodulated in the demodulation circuit 26. It should be noted that, in this embodiment, the reference clock CK in the memory card 30 is generated by the carrier wave for power supply transmitted from the data reader 10, and the cycle of transmitting data from the memory card 30 is also synchronized with this carrier wave. Thus, when the demodulation circuit 26 on the data reader 10 side demodulates the data transmitted from the memory card 30, the voltage VL2 of the coil L2 is taken in while synchronized with this carrier

wave (i.e., the output of the oscillator 12). The received data are sequentially demodulated in a way that; the data value is 1 if the voltage VL2 is changed at the frequency f_0 ; and the data value is 0 if the voltage VL2 is constant.

[0034]

As described above, in the communications system of this embodiment, when the data is transmitted from the memory card 30 to the data reader 10, the switching element SW is kept in its on state only for the specific period of time T_{on} in response to the transmitted data. Thereby, energy is saved in the coil L4 of the LC resonance circuit constituting the transmission-reception antenna B2. Thereafter, when the switching element SW is turned off, the LC resonance circuit is caused to resonate by this accumulated energy, and the transmission radio wave at the resonant frequency f_0 is generated from the coil L4

[0035]

Accordingly, in this embodiment, a transmittable distance in which data can be transmitted from the memory card 30 to the data reader 10 is determined by the ON time T_{on} for which the modulation circuit 38 as transmission control means keeps the switching element SW in its on state. Unlike the case where the memory card 30 is configured as a carrier-wave reflection type radio communications device in which data is transmitted by reflecting a transmission radio wave from the data reader 10, the transmittable distance is never influenced by a received power of the transmission radio wave from the data reader 10. For this reason, according to this embodiment, it is possible to increase the transmittable distance in comparison with the case where the memory card 30 is configured as the carrier-wave reflection type radio communications device.

[0036]

Moreover, in this embodiment, resonance of the LC resonance circuit is used upon transmission of data from the memory card 30. Thus, it is not necessary to provide the memory

card 30 with an oscillator which generates a carrier wave for transmitting data. Accordingly, according to this embodiment, it is possible to simplify the device configuration, and to reduce the size and weight of the device in comparison with a case where an oscillator is provided to increase the transmittable distance of the memory card 30. Furthermore, it is not necessary to drive the oscillator, and thereby it is possible to suppress the power consumption.

[0037]

Still furthermore, in this embodiment, the carrier wave for power supply is transmitted from the data reader 10 to the memory card 30, and this carrier wave is rectified on the memory card 30 side. Thus, it is not necessary to provide the memory card 30 with a battery which generates power for the operation. This can also help to achieve the reduction in size and weight. Moreover, particularly, in this embodiment, the reference clock CK used in, for example, transmitting and receiving data on the memory card 30 side is generated by the received carrier wave for power supply from the data reader 10, and on the data reader 10 side, the output from the oscillator 12 which generates the carrier wave for power supply is used in the transmission and demodulation of data. Thereby, it is possible to match the timing of transmitting and receiving data on the data reader 10 side and memory card 30 side, and to perform highly accurate data communication.

[0038]

Meanwhile, the memory card 30 of this embodiment is capable of setting any transmittable distance value for which data can be transmitted to the data reader 10 with the ON time length value of the switching element SW. However, if the ON time T_{on} , for which the modulation circuit 38 keeps the switching element SW in its on state, is increased in order to increase the transmittable distance, transmission power P_r supplied to the transmission-reception antenna B2 during the On time is increased (see Fig. 3(a)). The lower-limit communication power under which the memory card 30 can operate

normally is also increased, and thus this may shorten an operable distance in which the memory card 30 can normally operate upon reception of power supply from the data reader 10 side. The transmittable distance may be rather decreased.
[0039]

In other words, in this embodiment, since the memory card 30 operates upon the reception of the carrier wave from the data reader 10, the power which the memory card 30 can consume is limited by the power received from the carrier wave. The received power, as shown in Fig. 3(b), varies depending on a distance (separation distance) between the data reader 10 and the memory card 30, and the received power decreases as the separation distance increases. Meanwhile, if the memory card 30 does not include a capacitative element (for example, a capacitor C_0 shown by a dotted line in Fig. 1) which can accumulate the received power therein, the lower-limit communication power under which the memory card 30 can operate normally is the power calculated by adding: the transmission power P_r supplied to the transmission-reception antenna B2 during the On time of the switching element SW; and internally consumed power P_i which is the sum of power consumed by the internal circuits. When the lower-limit communication power exceeds the received power, the memory card 30 cannot operate normally. Thus, the operable distance in which the memory card 30 can normally operate becomes a distance (a point X shown in the drawing) where the received power matches the lower-limit communication power.

[0040]

On the other hand, as shown in Fig. 3(c), the transmittable distance in which data can be transmitted from the memory card 30 to the data reader 10 is proportional to the transmission power P_r supplied to the transmission-reception antenna B2 during the ON time of the switching element SW. Thus, the transmittable distance can be increased more and more by increasing the ON time T_{on} of the switching element SW to increase the transmission power P_r . Nevertheless, when the

transmission power P_r is increased, the lower-limit communication power is also increased. As a result, the operable distance which can cover this lower-limit communication power with the support from the received power is shortened. For this reason, there is a limitation to increase the transmittable distance by increasing the transmission power P_r . If the transmission power P_r is excessively increased in order to increase the transmittable distance, the operable distance in which the memory card 30 can normally operate is shortened, and accordingly the transmittable distance cannot be increased.

[0041]

Against this problem, in this embodiment, the ON time T_{on} , during which the modulation circuit 38 keeps the switching element SW in its on state, is set so as to achieve the maximum transmittable distance and concurrently to consume the power received from the data reader 10 efficiently in the memory card 30. Specifically, the ON time T_{on} of the switching element SW is set to satisfy conditions where the transmittable distance from the memory card 30 is equal to or longer than the operable distance, and furthermore where the transmission power $P_r = (V_{cc} \times T_{on})^2 / (2 \times L)$ supplied to the transmission-reception antenna B2 is equal to or less than power $(E_{on} - P_{on})$ which remains after subtracting internally consumed power P_{on} when the switching element SW is in its on state, from the received power E_{on} at this time. As a result, according to this embodiment, it is possible to maximize the transmittable distance within a range in which the memory card 30 can operate normally.

[0042]

Note that, the above conditions are the conditions in the case where the memory card 30 does not include the capacitative element which can accumulate the received power, and where the memory card 30 directly consumes the received power. In the case, for example, where the capacitor C_o for accumulating the received power is provided to the output line (between the power-supply line and the ground line) of the rectifier circuit

32 as shown by the dotted line in Fig. 1, the transmission power can be supplied to the transmission-reception antenna B2 using the power accumulated in the capacitor Co when the switching element SW is in its off state. Thereby, in this case, the ON time Ton of the switching element SW may be set so as to satisfy the condition where the transmittable distance from the memory card 30 is equal to or longer than the operable distance, and concurrently to satisfy the following formula (2).

[0043]

$$(E_{on}+E_{off})-(P_{on}+P_{off})\geq(V_{cc}\times T_{on})^2/(2\times L) \dots(2)$$

Note that, in the formula (2), Eoff represents received power within a period of an OFF time Toff (see Fig. 2(b)) in which the switching element SW is in its off state during the transmission cycle (the cycle of the reference clock CK) at the time of transmitting data, while Poff represents internally consumed power within the same period of the OFF time Toff.

[0044]

Hereinabove, the description has been given of one embodiment of the present invention. The present invention, however, is not limited to the above embodiment, and it is possible to have various aspects. For example, in the above embodiment, the description has been given that the switching element SW is provided between the power supply line (the power-supply voltage Vcc) and the LC resonance circuit which constitutes the transmission-reception antenna B2. Alternatively, it is also possible to operate the memory card 30 in the same manner as that of the above embodiment, by providing the switching element SW between the ground line of the power supply and the LC resonance circuit

[0045]

Moreover, in the above embodiment, the description has been given that the switching element SW, which is provided between the power supply line and the LC resonance circuit constituting the transmission-reception antenna B2, is turned on in response to the transmission data, and that energy is accumulated in the coil L4 of the LC resonance circuit when the

switching element SW is in its on state. Alternatively, the following configuration, for example, may also be made as shown in Fig. 4(a). Specifically, a switching element SW1 is provided between the LC resonance circuit and the power supply line (the power-supply voltage Vcc), while a switching element SW2 is provided between the coil L4 and the capacitor C4 of the LC resonance circuit. As in the above embodiment, the output from the modulation circuit 38 is directly inputted to the switching element SW1, while the output from the modulation circuit 38 is inversed by an inverter INV, and then inputted to the switching element SW2.

[0046]

By having such a configuration, as shown in Fig. 4(b), when the drive signal Sb (High level) is outputted from the modulation circuit 38, the switching element SW1 becomes in its on state, and the switching element SW2 becomes in its off state. Thereby, the drive signal Sb (High level) from the modulation circuit 38 causes the power-supply voltage Vcc to be applied to the capacitor C4 via the switching element SW1, and energy of $C \times V^2 / 2$ is accumulated in the capacitor C4. In this case, the drive signal Sb from the modulation circuit 38 becomes Low level. When the switching element SW1 gets turned off, simultaneously the switching element SW2 gets turned on, and thus a closed loop in the LC resonance circuit is formed. Accordingly, the LC resonance circuit resonates, resonant current flows through the coil L4, and a transmission radio wave at a frequency of f_0 is generated from the coil L4. Thus, in this configuration, it is also possible to generate a radio wave corresponding to data transmitted from the transmission-reception antenna B2, and to transmit the data to the data reader 10, as in the above embodiment.

[0047]

Furthermore, in the above embodiment, the description has been given of the amplitude modulation-type communications device. In the device, when the value of the transmission data is 1 (High level), the drive signal Sb with the predetermined

pulse width synchronized with the reference clock CK is outputted from the modulation circuit 38, and the switching element SW gets turned on/off. Thereby, a transmission radio wave at the resonant frequency f_0 is generated only when transmission data from the coil L4 has the value 1. Alternatively, according to the present invention, the purpose thereof can also be easily achieved with a frequency modulation-type communications device in which transmission radio waves have different frequencies between the cases where the value of the transmission data is 1 and where the value thereof is 0.

[0048]

To be more specific, as shown in Fig. 5(a), a switching element SWa is provided between the power supply line (the power-supply voltage Vcc) and the LC resonance circuit constituting the transmission-reception antenna B2. The capacitor C4 of the LC resonance circuit is connected, in parallel, to a series circuit consisting of a capacitor C5 and a switching element SWb. Moreover, the reference clock CK is inputted into the modulation circuit 38, and thus the modulation circuit 38 outputs a drive signal which becomes a High level for a certain period in synchronization with the reference clock CK. Then, this drive signal causes the switching element SWa to be turned on. Meanwhile, the switching element SWb directly receives the transmission data which is outputted in synchronization with the reference clock CK from the control circuit 40.

[0049]

Accordingly, in such a configuration, as shown in Fig. 5(b), the switching element SWa gets turned on and off repeatedly in synchronization with the reference clock CK. Thus, the LC resonance circuit also repeatedly resonates in synchronization with the reference clock CK. Moreover, the switching element SWb gets turned on only when the value of the transmission data is 1. Thus, this makes the capacitor C4 of the LC resonance circuit be connected in parallel to the

capacitor C5 only when the value of the transmission data is 1. Thereby, although a resonant current IL4 flows through the coil L4 of the transmission-reception antenna B2 in synchronization with the reference clock CK, the frequency of the resonant current IL4 varies depending on the transmission data, and thus the coil L4 generates a radio wave having been subjected to frequency modulation so that the frequency may be f0 or f1 (cycle: $\Delta T0$ or $\Delta T1$) depending on the transmission data. Thus, on the data reader 10 side, it is possible to accurately demodulate the data depending on the frequency f0, f1 or the cycle $\Delta T1$, $\Delta T2$ of the voltage induced to the transmission-reception antenna A2.

[0050]

It should be noted that, in this case, when the value of the transmission data is 0, the switching element SWb is in its off state, and only the switching element SW1 gets turned on according to the reference clock CK. Thereby, the resonant frequency f0 is represented by the aforementioned formula (1) as in the above embodiment. When the value of the transmission data is 1, both the switching elements SWa and SWb get turned on according to the reference clock CK, and thus the resonant frequency f1 is represented by the following formula (3). Note that, in the following formula (3), Cx represents a capacitance of the capacitor C5.

[0051]

[Mathematical formula 2]

$$f1 = 1 / \{ 2 \times \pi \times \sqrt{L \times (C + Cx)} \} \quad \dots(3)$$

[0052]

Still furthermore, in the above embodiment, the description has been given of the case where the present invention is applied to the memory card 30 which transmits ID data and the like upon the reception of the power supply from the data reader 10. However, the present invention is also

applicable to a battery built-in-type radio communications device or a radio communications device which simply transmits data, as long as the device transmits data. In other words, the present invention is applicable to any radio communications device as long as the device transmits data. Thereby, it is possible to simplify the device configuration, so as to reduce the power consumption and to expand the data-transmittable distance.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1] Fig. 1 is a schematic block diagram showing configurations of a data reader and a memory card used in a communications system of an embodiment.

[Fig. 2] Fig. 2 is an explanatory drawing for explaining a configuration and operations of a data transmission system of the memory card.

[Fig. 3] Fig. 3 is an explanatory drawing for explaining communications properties of the memory card.

[Fig. 4] Fig. 4 is an explanatory drawing for explaining a second configuration example and an operation of a data transmission system of a memory card.

[Fig. 5] Fig. 5 is an explanatory drawing for explaining a third configuration example and an operation of a data transmission system of a memory card.

[Description of Reference Numerals]

10...data reader 12...oscillator 14...oscillator 16...transmitter
 18...synchronous circuit 20...modulation circuit
 22...transmitter 24...receiver 26...demodulation circuit
 30...memory card 32...rectifier circuit (rectifying means)
 34...clock generation circuit 36...demodulation circuit
 38...modulation circuit (transmission control means)
 40...control circuit 42...memory B1...reception antenna
 (receiving means) B2...transmission-reception antenna (LC
 resonance circuit) C4...capacitor L4...coil
 SW, SW1, SW2, SWa, SWb...switching element

FIG. 1

10 DATA READER
12 OSCILLATOR
14 OSCILLATOR
16 TRANSMITTER
18 SYNCHRONOUS CIRCUIT
20 MODULATION CIRCUIT
22 TRANSMITTER
24 RECEIVER
26 DEMODULATION CIRCUIT 26
TRANSMITTED DATA
RECEIVED DATA

30 MEMORY CARD
32 RECTIFIER CIRCUIT
34 CLOCK GENERATION CIRCUIT
36 DEMODULATION CIRCUIT
38 MODULATION CIRCUIT
40 CONTROL CIRCUIT
42 MEMORY
CLOCK CK

Fig. 2

(a)
38 MODULATION CIRCUIT
Sa TRANSMISSION DATA
(b)
TRANSMITTED DATA
TRANSMITTED DATA WAVEFORM
ON-OFF WAVEFORM
(c)
SWITCHING ELEMENT SW
ANTENNA B2
COIL VOLTAGE VL4
COIL CURRENT IL4
COIL VOLTAGE VL2

Fig. 3

(a)

Pr TRANSMISSION POWER
ON TIME T_{on} of SWITCHING ELEMENT SW
(b)

RECEIVED POWER
TRANSMISSION POWER
LOWER-LIMIT COMMUNICATION POWER
INTERNALLY CONSUMED POWER
OPERABLE DISTANCE
SEPARATION DISTANCE
(c)

Pr TRANSMISSION POWER
L2 TRANSMITTABLE DISTANCE

Fig. 4

(a)

38 MODULATION CIRCUIT
TRANSMITTED DATA

(b)

SWITCHING ELEMENT SW1
SWITCHING ELEMENT SW2
ANTENNA B2
CAPACITOR VOLTAGE VC4
ANTENNA B2
COIL CURRENT IL4
ANTENNA A2
COIL VOLTAGE VL2

Fig. 5

(a)

38 MODULATION CIRCUIT
REFERENCE CLOCK CK
TRANSMITTED DATA

(b)

TRANSMITTED DATA
TRANSMITTED DATA WAVEFORM
ON-OFF WAVEFORM
ON-OFF WAVEFORM
COIL CURRENT IL4